

【特許請求の範囲】

【請求項1】 熱駆動ヒートポンプと、この熱駆動ヒートポンプの駆動温度より低温の熱源と、上記熱源から熱を採って上記駆動温度まで汲み上げ上記熱駆動ヒートポンプに渡す圧縮式ヒートポンプとを備えたヒートポンプシステムにおいて、上記熱源に直接採熱路が収容され、この直接採熱路の両端が上記圧縮式ヒートポンプの蒸発器の内部空間に連なることにより、上記圧縮式ヒートポンプの冷媒が、上記蒸発器から上記直接採熱路に導かれ、上記熱源から直接採熱した後、蒸発器に戻されることを特徴とするヒートポンプシステム。

【請求項2】 上記冷媒が、水であることを特徴とする請求項1に記載のヒートポンプシステム。

【請求項3】 上記冷媒が、常温常圧で液相になる凝縮性流体であり、この凝縮性流体に非凝縮性の気体が混入されていることを特徴とする請求項1に記載のヒートポンプシステム。

【請求項4】 上記非凝縮性気体が、空気であることを特徴とする請求項3に記載のヒートポンプシステム。

【請求項5】 上記蒸発器の圧力が、上記熱源から採熱後の冷媒の温度に対する飽和蒸気圧より高くなるように設定されていることを特徴とする請求項1～4の何れかに記載のヒートポンプシステム。

【請求項6】 上記熱源が、燃料電池であることを特徴とする請求項1～5の何れかに記載のヒートポンプシステム。

【請求項7】 上記熱源が、太陽熱集熱器であることを特徴とする請求項1～5の何れかに記載のヒートポンプシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、燃料電池や太陽熱集熱器などの比較的低温の熱を圧縮式ヒートポンプで汲み上げて高温にし、熱駆動ヒートポンプを駆動するようにしたヒートポンプシステムに関する。

【0002】

【従来の技術】例えば、特開昭55-60160号公報に記載のヒートポンプシステムは、低温熱源と、圧縮式ヒートポンプと、吸収式ヒートポンプ（熱駆動ヒートポンプ）とを備えている。圧縮式ヒートポンプの蒸発器には、熱交換器が収容されており、この熱交換器の両端が低温熱源に接続されている。これによって、低温熱源と熱交換器との間で熱媒が循環する。この熱媒が熱交換器において蒸発器内の冷媒と熱交換することにより、低温熱源の比較的低温の熱が冷媒に受け渡される。圧縮式ヒートポンプは、上記冷媒を順次蒸発させ、圧縮し、凝縮することにより、高温の熱を得る（すなわち上記低温の熱を汲み上げる）。この高温の熱で吸収式ヒートポンプが駆動される。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記の従来システムでは、低温熱源の熱が、先ず熱媒に受け渡され、この熱媒から熱交換器の周壁を伝って蒸発器内の冷媒に受け渡されるようになっている。このため、冷媒の採熱効率が落ちるという問題があった。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、熱駆動ヒートポンプと、この熱駆動ヒートポンプの駆動温度より低温の熱源と、上記熱源から熱を採って上記駆動温度まで汲み上げ上記熱駆動ヒートポンプに渡す圧縮式ヒートポンプとを備えている。上記熱源は、例えば燃料電池や太陽熱集熱器である。この熱源に直接採熱路が収容され、この直接採熱路の両端が上記圧縮式ヒートポンプの蒸発器の内部空間に連なっている。これにより、上記圧縮式ヒートポンプの冷媒が、上記蒸発器から上記直接採熱路に導かれ、上記熱源から直接採熱した後、蒸発器に戻される。

【0005】上記冷媒は、水などの常温常圧で液相になる凝縮性流体であるのが望ましい。この凝縮性流体に、空気などの非凝縮性の気体が混入されていることが望ましい。

【0006】上記蒸発器の圧力が、上記熱源から採熱後の冷媒の温度に対する飽和蒸気圧より高くなるように設定されていることが望ましい。さらには、熱源中の最高温度に対する飽和蒸気圧より高くなるように設定するのが望ましい。これにより、熱源中で冷媒が沸騰せず、採熱効率を確実に高くすることができる。

【0007】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を、図面を参照して説明する。図1は、本発明の第1実施形態に係るヒートポンプシステムS1を示したものである。ヒートポンプシステムS1は、熱駆動ヒートポンプとしての吸収式ヒートポンプ10と、その駆動熱源としての燃料電池30と、これら装置10、30間に介在された圧縮式ヒートポンプ20とを備えている。

【0008】吸収式ヒートポンプ10は、環状に接続された4つの器11～14を有している。吸収器11には、臭化リチウム溶液（吸収溶液）が貯えられ、蒸発器14には、水（吸収式ヒートポンプ用冷媒）が貯えられている。そして、吸収器11の臭化リチウム溶液に、蒸発器14の水が蒸発、吸収される。これによって、蒸発器14が冷却され、冷房などに供されるようになっている。

【0009】水の吸収によって希釈された臭化リチウム溶液は、溶液循環ポンプ15によって吸収器11から熱交換器16を経て再生器12に送られる。この再生器12において、臭化リチウム溶液中の水分子が、後述する燃料電池30と圧縮式ヒートポンプ20の駆動熱源供給操作によって蒸発される。これによって、濃縮・再生された臭化リチウム溶液が、熱交換器16を経て吸収器1

1に戻される。なお、熱交換器16では、再生器12を出た高温の濃縮溶液から再生器12へ向かう低温の希釈溶液に熱が受け渡されるようになっている。

【0010】再生器12の臭化リチウム溶液から蒸発した水分子は、凝縮器13に導かれて凝縮され、その後、減圧弁17を介して蒸発器14に送られるようになっている。

【0011】圧縮式ヒートポンプ20は、圧縮機21、凝縮器22、減圧弁23、蒸発器24を順次環状に接続してなる冷媒循環路25で構成されている。この循環路25を循環する圧縮式ヒートポンプ用冷媒には、上記吸収式ヒートポンプ10と同様に、水（常温常圧で液相を呈する凝縮性流体）が用いられている。

【0012】凝縮器22は、伝熱コイルで構成され、貯湯槽10内に上から下に向かうようにして収容されている。この凝縮器22と減圧弁23との間の冷媒循環路25には、大気開放路26が設けられている。これによって、凝縮器22の圧力ひいては圧縮機21の吐出圧が、大気圧になっている。

【0013】また、外界の空気（非凝縮性の気体）が、大気開放路26から冷媒循環路25の冷媒用水に混入されている。この空気混じりの冷媒用水は、減圧弁23を経て、タンク状をなす蒸発器24の下部に注入され、蒸発器24内に貯えられるようになっている。

【0014】この蒸発器24と燃料電池30とが、直接採熱路31で接続されている。すなわち、燃料電池30には、伝熱コイルからなる直接採熱路31が収容されている。この直接採熱路31の上流端が、ポンプ32を介して蒸発器24下部の内部空間に連なり、下流端が、蒸発器24上部の内部空間に連なっている。

【0015】上記のように構成されたヒートポンプシステムS1において、燃料電池30と圧縮式ヒートポンプ20とによって吸収式ヒートポンプ10を熱駆動する動作について説明する。圧縮式ヒートポンプ20の圧縮機21を駆動すると、水（圧縮式ヒートポンプ用冷媒）が循環路25に沿って循環される。この水は、圧縮機21の吸引作用によって減圧弁23の二次側、ひいては蒸発器24において負圧になる。これによって、蒸発器24内の自由液面から蒸発が促進される。

【0016】また、水に混入された空気も負圧になる。これによって、空気を確実に未飽和にすることができる。この未飽和空気は、蒸発器24の水（液相）の内部を多数の気泡となって上昇する。この上昇途中の未飽和の気泡内に周りの水分子が蒸発することになる。すなわち、蒸発器24において、自由液面からだけでなく、水中においても蒸発が起きる。これによって、蒸発量を増やすことができる。

【0017】さらに、蒸発器24下部の水（液相）の一部は、ポンプ32の駆動によって採熱路31に取り込まれ、燃料電池30に導かれる。これによって、燃料電池

30の排熱を直接受け取って加温される。その後、蒸発器24の上部に戻され、蒸発器24内の残りの水と混合される。この結果、燃料電池30の排熱を無駄なく蒸発器24内に取り込むことができ、採熱効率を向上させることができる。そして、蒸発器24における水の蒸発量をより一層増やすことができる。

【0018】なお、圧縮機21や減圧弁23の調節によって、蒸発器24の圧力 V_{24} は、燃料電池30で加温後の水温（約60℃）に対する飽和蒸気圧（ V_g ＝約0.2気圧）より高くなるように設定されている。特に、蒸発器24の水に空気が混入されているので、その分だけ確実に $V_{24} > V_g$ になり、例えば、 V_{24} ＝約0.3気圧になっている。したがって、採熱路31の圧力 V_{31} （＝ V_{24} ）も飽和蒸気圧 V_g より高くなっている。よって、採熱路31内で水が沸騰することはない。この結果、水の燃料電池30からの採熱効率を確実に高く維持することができる。

【0019】蒸発器24で得られた多量の蒸気は、圧縮機21に吸い込まれる。この吸気には、空気も含まれているため、圧縮比が小さくなる。これにより、圧縮機21を小型化できる。

【0020】上記吸気は、圧縮機21から凝縮器22へ吐出される。そして、凝縮器22を通過する過程で、水蒸気が凝縮して凝縮熱を発生する。この凝縮熱が、吸収式ヒートポンプ10の再生器12に供給される。水蒸気が多量であるので凝縮熱も多量であり、これによって、再生器12を十分に加温することができる。しかも、水の気体分子は大きな潜熱を有しているので、凝縮熱を一層大きくすることができ、再生器12をより一層高温にすることができる。この結果、再生器12の臭化リチウム溶液から多量の水分子を蒸発させることができ、臭化リチウム溶液を高濃度に再生することができる。このようにして、燃料電池30の低温（約60℃）の熱が、圧縮式ヒートポンプ20によって吸収式ヒートポンプ10の駆動温度（約80度以上）まで汲み上げられ、吸収式ヒートポンプ10を駆動することができる。

【0021】上記高濃度の臭化リチウム溶液は、吸収器11に送られる。これにより、蒸発器14から水分子を多量に蒸発、吸収することができる。よって、蒸発器14から多量の潜熱を奪って、より一層冷却することができ、冷房効率すなわち出力を大きく向上させることができる。

【0022】次に、本発明の第2実施形態を図2にしたがって説明する。この第2実施形態において、上記第1実施形態と重複する構成に関しては、図面に同一符号を付して説明を省略する。第2実施形態に係るヒートポンプシステムS2では、低温熱源として、燃料電池30に代えて太陽電池集熱器33が用いられている。集熱器33の内部に直接採熱路31が通されている。集熱器33は、太陽熱を集熱することにより、採熱路31を通過す

る水（圧縮式ヒートポンプ用冷媒）を、燃料電池30とほぼ同じ約60℃に加熱する。

【0023】本発明は、上記実施形態に限定されず、種々の形態を採用可能である。例えば、熱駆動ヒートポンプは、吸収式ヒートポンプのほか、ヴェルミエ冷凍機などであってもよい。非凝縮性気体は、空気のほか、ヘリウムや窒素などでもよい。圧縮式ヒートポンプ20において、蒸発器24に注入路を連ね、この注入路から未飽和状態の非凝縮性気体が蒸発器24の液相冷媒内に直接注入されるようにしてもよい。この場合、凝縮器22の下流端に気液分離器を設けたり、凝縮器自体に気液分離機能を持たせたりすることにより、ヒートポンプ20を一巡した非凝縮性気体を冷媒から分離するとよい。分離された非凝縮性気体は、大気に解放してもよく、上記注入路に取り込まれるようにしてよい。吸収式ヒートポンプ30において、再生器12と凝縮器13との間に圧縮機を設け、この圧縮機による再生器12の吸引作用により、臭化リチウム溶液から水分子（吸収式ヒートポンプ用冷媒の分子）がより多量に蒸発するようにしてもよい。また、再生器12の臭化リチウム溶液内に、空気などの非凝縮性気体を注入することにより、この気体内にも水（常温常圧で液相を呈する流体からなる吸収式ヒートポンプ用冷媒）が蒸発するようにしてもよい。

【0024】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、直接採熱路によって、圧縮式ヒートポンプの冷媒を燃料電池や太陽熱集熱器などの低温熱源に導いて直接加熱した後、蒸発器に戻すことができ、熱の無駄を無くして採熱効率を高めることができる。ひいては、熱駆動ヒートポンプの駆動用熱量を増やすことができ、出力を向上さ

せることができる。

【0025】圧縮式ヒートポンプの冷媒として水を用いることによって、蒸気の潜熱を大きくすることができ、ひいては熱駆動ヒートポンプの出力をより一層向上させることができる。

【0026】圧縮式ヒートポンプにおいて、水等の常温常圧で液相になる凝縮性流体からなる冷媒に、空気等の非凝縮性気体を混入することによって、圧縮機の圧縮率を下げることができ、圧縮機の小型化を図ることができる。また、蒸発器での蒸発量をさらに増やすことができ、ひいては熱駆動ヒートポンプの出力をさらに向上させることができる。

【0027】圧縮式ヒートポンプの蒸発器の圧力が、熱源で加熱後の冷媒の温度に対する飽和蒸気圧より高くなるように設定することによって、冷媒が直接採熱路内で蒸発しないようにすることができ、採熱効率を確実に高く維持することができる。

【図面の簡単な説明】

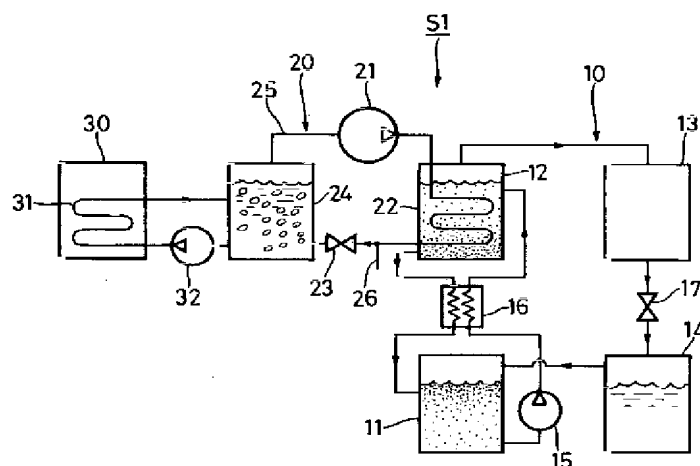
【図1】本発明の第1実施形態に係るヒートポンプシステムを示す概略構成図である。

【図2】本発明の第2実施形態に係るヒートポンプシステムを示す概略構成図である。

【符号の説明】

- S1, S2 ヒートポンプシステム
- 10 吸収式ヒートポンプシステム
- 20 圧縮式ヒートポンプ
- 24 蒸発器
- 30 燃料電池（熱源）
- 31 直接採熱路
- 33 太陽熱集熱器（熱源）

【図1】



【図2】

